



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

**KODE
PJ-01**

**PENGESAHAN
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

NAMA : RIZKY FIRMANSYAH
NIM : 125060309111014 - 63
PROGRAM STUDI : TEKNIK TELEKOMUNIKASI
**JUDUL SKRIPSI : ANALISIS MODEL KANAL PROPAGASI COST 231 HATA PADA
JARINGAN *MOBILE WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR
MICROWAVE ACCESS* (WIMAX)**

TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI OLEH:

Pembimbing I

Pembimbing II

Rudy Yuwono, S.T., MSc.

NIP. 19710615 199802 1 003

ErfanAchmadDahlan, Ir, MT

NIP. 19530714 198203 1 003

**ANALISIS MODEL KANAL PROPAGASI COST 231 HATA PADA JARINGAN
*MOBILE WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS (WIMAX)***

**PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusunoleh:

RIZKY FIRMANSYAH
NIM. 125060309111003 - 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2014**

Analisis Model Kanal Propagasi COST 231 Hata Pada Jaringan Mobile Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)

Rizky Firmansyah, Rudy Yuwono, ST.,MSc, Erfan Achmad Dahlan,Ir, MT
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail : avi.rizkyfirmansyah@yahoo.com

Abstrak – *Pathloss* adalah penurunan kekuatan gelombang elektromagnetik karena menyebar melalui ruang bebas. Pada sistem komunikasi nirkabel, seperti teknologi *mobile WiMAX* diperlukan adanya analisis perhitungan *pathloss*. Model propagasi pun digunakan untuk analisis perhitungan *pathloss* tersebut. Model propagasi yang digunakan pada penelitian ini adalah model empirik, yaitu COST 231 Hata. Performansi sistem yang diamati meliputi *signal to noise ratio* (SNR) dan *bit error rate* (BER) yang kemudian dibandingkan dengan model propagasi lain, yaitu ECC 33. Perhitungan juga mensimulasikan pergerakan pengguna dengan kecepatan 5 km/jam, 60 km/jam, dan 100 km/jam serta jarak antara *base station* dan *user equipment* yang berubah dari 1000 m - 2500 m.

Hasil analisis membuktikan bahwa semakin cepat kecepatan pengguna maka semakin besar *bandwidth* sistem yang didapatkan. Nilai *bandwidth* sistem terbesar adalah pada laju data total 14.26 Mbps pada kecepatan 100 km/jam, yaitu 2.7204 MHz. Nilai. Nilai SNR sistem dipengaruhi oleh kecepatan pengguna dan jarak *base station* dan *user equipment*. Nilai SNR terbesar didapat ketika menggunakan model COST 231 Hata dengan modulasi 64-QAM pada laju data total 9.5 Mbps untuk kecepatan 5 km/jam dan jarak 1000 m yaitu 124.8716 dB. Sedangkan nilai BER dipengaruhi oleh jarak *base station* dan *user equipment* serta teknik modulasi yang digunakan. Nilai BER terkecil diperoleh ketika menggunakan modulasi QPSK untuk laju data total 3.17 Mbps yaitu 0.0020 dengan model COST 231 Hata.

Kata Kunci: *Mobile WiMAX, model kanal propagasi, COST 231 Hata, OFDMA, performansi*

I. PENDAHULUAN

Teknologi merupakan bagian penting dari kebutuhan manusia saat ini sebagai sumber informasi dan komunikasi. Komunikasi *wireless* dengan *data rate* yang tinggi dan mendukung mobilitas diharapkan dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Salah satu teknologi komunikasi *wireless* yang dikembangkan untuk mewujudkan hal tersebut adalah *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX).

Mobile WiMAX menggunakan *air interface Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) pada sisi *uplink* maupun *downlink*. OFDMA merupakan teknik *multiple access* dengan menggunakan banyak frekuensi.

Pada sistem komunikasi nirkabel, informasi dikirim

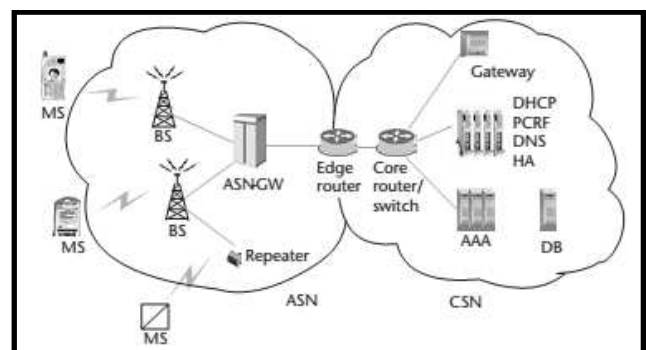
dari antenna pemancar menuju antenna penerima melalui gelombang elektromagnetik. Kekuatan sinyal gelombang elektromagnetik tersebut melemah saat propagasi melalui lingkungannya. Perbedaan kekuatan sinyal antara antenna pemancar dan antenna penerima disebut sebagai *pathloss*. *Pathloss* pada antenna penerima dapat dihitung menggunakan model propagasi. Ada tiga model propagasi yang dapat digunakan, yaitu model empirik, deterministik, dan stokastik, dimana model empirik merupakan model yang sering digunakan. Model empirik terdiri dari 3 model propagasi, yaitu SUI, COST 231 Hata, dan ECC 33.

Pada penelitian ini akan dianalisis performansi sistem berdasarkan parameter dari jaringan *mobile WiMAX* dengan menggunakan model propagasi COST 231 Hata untuk menghitung nilai *pathloss* yang kemudian dibandingkan dengan model propagasi lain, yaitu ECC 33. Parameter yang akan dianalisis adalah *bandwidth*, *signal to noise ratio* (SNR) dan *bit error rate* (BER) terhadap kecepatan pengguna dan perubahan jarak BS dan UE pada kanal *downlink* dengan menggunakan teknik modulasi yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) 802.16e

Jaringan *Mobile WiMAX* berakar pada standar IEEE 802.16e, yang merupakan versi *mobile* dari standar IEEE 802.16d untuk layanan *Broadband Wireless Access* (BWA). Jaringan *Mobile WiMAX* memiliki fitur mobilitas di samping kemampuan broadband dan framework berbasis IP yang dimiliki pendahulunya. [1]



Gambar 1. Konfigurasi jaringan *mobile WiMAX*

Gambar 1 menunjukkan sistem *mobile WiMAX* terdiri dari beberapa bagian, yaitu yaitu : MS/SS (*Mobile Station/Subscriber Station*), ASN (*Access Service Network*) dan CSN (*Connectivity Service Network*). MS adalah *end terminal* dari jaringan, ASN merupakan

jaringan akses utama tempat dimana BS (*Base Station*) dan ASN *Gateway* berada, dan CSN adalah jaringan inti yang menyediakan berbagai fungsi dan server pendukung.

2.2 Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)

OFDMA merupakan suatu teknologi *multiple access* yang dikembangkan dari teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM). Pada OFDMA di periode waktu tertentu, kanal dapat melayani *multiple user* karena dalam satu *subcarrier* diperbolehkan diduduki oleh satu atau lebih user yang memiliki simbol OFDMA yang berbeda. [2]

OFDMA secara umum terdiri dari 2 bagian besar, yaitu *transmitter* dan *receiver*. Pada sisi *transmitter* terdapat konverter serial/parallel, IFFT, konverter paralel/serial, *add guard interval and cyclic prefix*, dan konverter digital/analog. Sedangkan pada sisi *receiver* terdapat konverter analog/digital, *remove guard interval and cyclic prefix*, konverter serial paralel, FFT, dan konverter paralel/serial.

2.3 Model Propagasi

Model propagasi secara umum dikelompokkan menjadi tiga, yaitu model empirik, deterministik dan stokastik. Pada penelitian ini, model propagasi yang digunakan adalah COST 231 Hata yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan model ECC 33, keduanya termasuk dalam model empirik. Model propagasi COST 231 Hata dirancang untuk frekuensi 500 Hz hingga 2000 Hz, tinggi antenna BS 30-200 m, tinggi antenna UE 1-3 m, dan jarak BS-UE mencapai 5 km.

Perhitungan nilai pathloss (PL) berdasarkan kondisi NLOS dengan model propagasi COST 231 Hata untuk kawasan urban ditentukan dengan Persamaan (1) [3]

$$PL = 46,3 + 33,9 \log_{10}(f) - 13,82 \log_{10}(h_b) - a_{h_r} + (44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)) \log_{10} d + c_m \quad (1)$$

Dengan :

- PL = redaman propagasi (dB)
- a_{h_r} = faktor koreksi untuk tinggi antenna penerima
= $3.20(\log_{10}(11.75h_r))^2 - 4.79$
- f = frekuensi operasi (MHz)
- d = jarak antara antenna pemancar dan penerima (km)
- h_b = tinggi antenna pemancar (m)
- c_m = faktor koreksi

Sedangkan perhitungan untuk nilai pathloss (PL) berdasarkan kondisi NLOS dengan model propagasi ECC 33 untuk kawasan urban ditentukan dengan Persamaan (2) [4]

$$PL = A_{fs} + A_{bm} - G_b - G_r \quad (2)$$

Dengan :

- PL = redaman propagasi (db)
- A_{fs} = *free space attenuation* (dB)
= $92,4 + 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(fc)$
- A_{bm} = *Basic medium pathloss*

$$= 20,41 + 9,83 \log_{10}(d) + 7,894 \log_{10}(fc) + 9.56[\log_{10}(fc)]^2$$

G_b = faktor gain tinggi antenna pengirim

$$= \log_{10}\left(\frac{h_b}{200}\right) \{13.958 + 5.8[\log_{10}(d)]^2\}$$

G_r = faktor gain tinggi antenna penerima

$$= 0.759h_r - 1.862$$

2.4 Parameter Performansi Sistem

a. Signal to Noise Ratio (SNR)

SNR adalah perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap *noise*. SNR digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan. SNR dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) :

$$SNR = Pr - No \quad (3)$$

dengan,

- SNR = *signal to noise ratio* (dB)
- Pr = daya yang diterima oleh *receiver* (dBm)
- No = daya *noise* saluran transmisi (dBm)

Daya yang diterima *receiver* (Pr) dipengaruhi oleh propagasi sinyal dari pemancar ke penerima. Daya terima dapat dinyatakan dalam Persamaan (4):

$$Pr = Pt + G_t + G_r - PL - 10\log_{10}(N) \quad (4)$$

dengan,

- Pr = daya yang diterima oleh *receiver* (dBm)
- Pt = daya pancar *transmitter* (dBm)
- G_t = *gain transmitter* (dBi)
- G_r = *gain receiver* (dBi)
- PL = *pathloss* (dB)
- N = jumlah *subcarrier*

Sedangkan untuk nilai daya noise (No), dihitung dengan menggunakan Persamaan (5) : [5]

$$No = 10\log_{10}(kT) + 10\log_{10}(B_{sistem}) + NF^{(2.6)} \quad (5)$$

Dengan :

- No = daya *noise* saluran transmisi (dBm)
- k = konstanta Boltzman (1.38×10^{-23} J/K)
- T = suhu *absolute* (300° K)
- B_{sistem} = *bandwidth* sistem (Hz)
- NF = *noise figure* (dB)

Bandwidth merupakan lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal OFDMA dalam media transmisi. Untuk menghitung nilai *bandwidth* sistem dari sejumlah *subcarrier* dapat digunakan Persamaan (6) :

$$B_{sistem} = \frac{R_{tot} [2(1 - \alpha_{cp}) + N - 1]}{(1 - \alpha_{cp})N \log_2 M} \quad (6)$$

Dengan :

- B_{sistem} = *bandwidth* sistem (Hz)
- R_{tot} = laju data total (bps)
- M = jumlah kemungkinan sinyal
- N = jumlah *subcarrier*
- α_{cp} = faktor *cyclic prefix*

Pada perhitungan *Bandwidth* akan ditambahkan faktor kecepatan pengguna yang merupakan salah satu variabel yang digunakan untuk mengukur performansi sistem dalam penelitian ini. Kecepatan pengguna atau Doppler Shift ditunjukkan dalam Persamaan (7) :

$$f_m = \frac{v f_c}{c} \quad (7)$$

Dengan :

f_m = frekuensi *doppler* maksimum (Hz)

f_c = frekuensi *carrier* (Hz)

v = kecepatan pergerakan relatif (m/s)

c = kecepatan gelombang di udara (3×10^8 m/s)

Penambahan cyclic prefix mempengaruhi besarnya nilai SNR yang diperoleh dari Persamaan (8) :

$$SNR_{sistem} = (1 - \alpha_{cp}) SNR \quad (8)$$

Dengan,

SNR_{sistem} = *signal to noise ratio* sistem (dB)

SNR = *signal to noise ratio* (dB)

α_{cp} = faktor cyclic prefix

b. Bit Error Rate (BER)

BER sistem dipengaruhi oleh nilai E_b/N_o . E_b/N_o adalah suatu parameter yang berhubungan dengan SNR yang biasanya digunakan untuk menentukan laju data digital dan mutu standar kinerja sistem digital. Secara harfiah, E_b/N_o didefinisikan sebagai perbandingan energi sinyal per *bit* terhadap *noise*. Perhitungan nilai E_b/N_o dijelaskan pada Persamaan (9) :

$$E_b/N_o = SNR_{sistem} + 10 \log_{10} \frac{B_{sistem}}{R} \quad (9)$$

Dengan :

E_b/N_o = rasio energy *bit* terhadap noise (dB)

SNR_{sistem} = *Signal to Noise Ratio* sistem (dB)

B_{sistem} = *bandwidth* sistem (Hz)

R = laju data total (bps)

BER atau dengan sebutan lain probabilitas *error bit* merupakan nilai ukur kualitas sinyal yang diterima untuk sistem transmisi data digital. BER juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan jumlah *error bit* terhadap total bit yang diterima. Besarnya nilai BER (P_b) untuk masing-masing teknik modulasi dituliskan dalam persamaan (10), (11), dan (12) seperti berikut ini :

a. QPSK

$$P_{b(QPSK)} = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{E_b/N_o}}} \right] \quad (10)$$

b. 16-QAM

$$P_{b(16-QAM)} = \frac{3}{8} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{5}{2(E_b/N_o)}}} \right] \quad (11)$$

c. 64-QAM

$$P_{b(64-QAM)} = \frac{7}{24} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{7}{2(E_b/N_o)}}} \right] \quad (12)$$

Dengan :

$P_{b(QPSK)}$ = probabilitas *bit error* pada modulasi QPSK

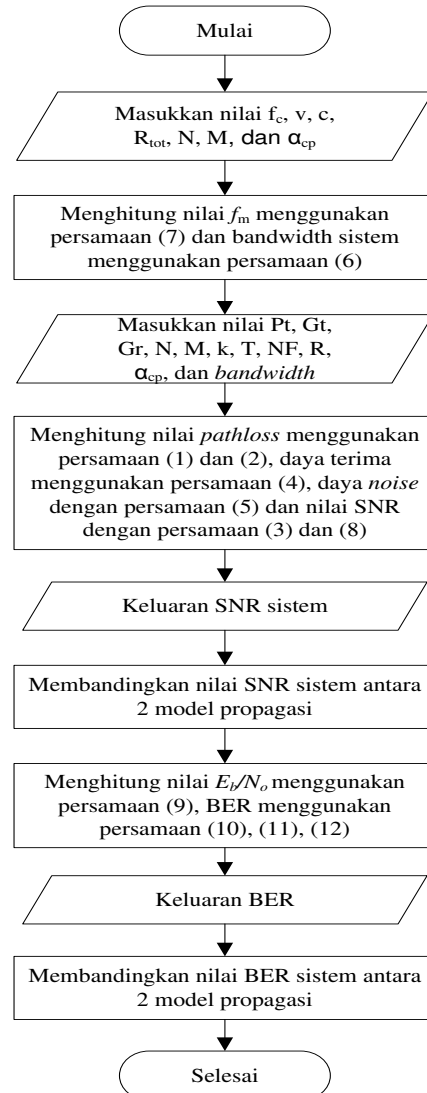
$P_{b(16-QAM)}$ = probabilitas *bit error* pada modulasi 16-QAM

$P_{b(64-QAM)}$ = probabilitas *bit error* pada modulasi 64-QAM

E_b/N_o = rasio *energy bit* terhadap *noise* (dB)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini antara lain pengambilan data sekunder yang berupa spesifikasi *mobile WIMAX* dan parameter performansi jaringan *mobile WIMAX*, serta melakukan perhitungan dan analisis nilai SNR dan BER menggunakan model propagasi COST 231 Hata untuk mendapatkan nilai *pathloss* lalu membandingkannya dengan model propagasi ECC 33. Berikut langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan performansi yang diinginkan :



Gambar 2. Diagram Alir Perhitungan Performansi Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas dan menganalisis perhitungan mengenai pengaruh kecepatan pengguna dan perubahan jarak antara BS-UE pada performansi sistem berdasarkan parameter jaringan *mobile WiMAX* pada sisi *downlink* dengan model propagasi COST 231 Hata 33 untuk menghitung nilai *pathloss* dan membandingkannya dengan model ECC 33. Analisis yang akan dilakukan meliputi parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR), dan *Bit Error Rate* (BER). Teknik modulasi yang digunakan adalah QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM serta menggunakan model propagasi COST 231 Hata untuk menghitung *pathloss* dengan kanal *noise* AWGN dan *Rayleigh Fading*.

Pada penelitian ini, transmisi data dilakukan pada sisi *downlink*, dan pada kanal *bandwidth* 5 MHz. Laju data total untuk transmisi *downlink* pada kanal *bandwidth* 5 MHz sesuai dengan teknik modulasi yang digunakan dan ditunjukkan pada Tabel 1. [6]

TABEL 1
PARAMETER LAJU DATA *MOBILE WIMAX*

Modulasi	Laju Data (Mbps) pada Bandwidth Kanal 5 MHz
QPSK	3.17
	4.75
16-QAM	6.34
	9.5
64-QAM	9.5
	14.26

Data sekunder yang digunakan dalam pembahasan dari rumusan masalah berupa spesifikasi *mobile WIMAX* seperti pada Tabel 2 [8]

TABEL 2
SPESIFIKASI *MOBILE WIMAX*

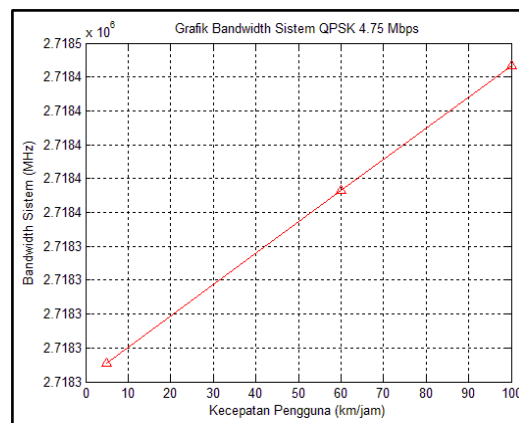
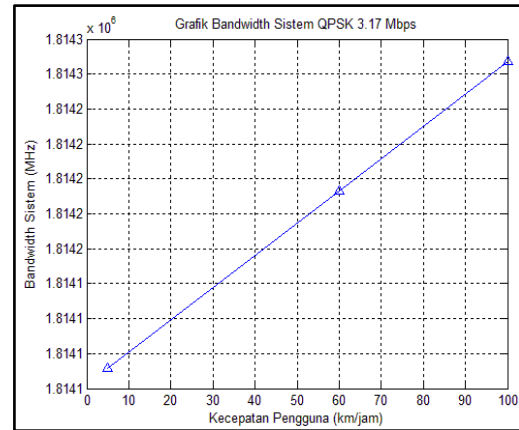
Parameter	Nilai
<i>Bandwidth Channel System</i> (MHz)	5
<i>Symbol Rate</i> (F_p in MHz)	5.6
<i>FFT Size</i> (N_{FFT})	512
<i>Subcarrier Frequency Spacing</i>	10.94 kHz
<i>Useful Symbol Time</i> ($T_s = 1/f$)	91.4 μ s
<i>Guard Time</i> ($T_g = T_b/8$)	11.4 μ s
<i>OFDMA Symbol Duration</i> ($T_s = T_b + T_g$)	102.9 μ s
<i>Number of OFDMA Symbol</i> (5 ms frame)	48

Hasil perhitungan, analisis, dan pembahasan diuraikan sebagai berikut :

3.1 Analisis *Bandwidth* Sistem *Mobile WiMAX* dengan Teknik Modulasi yang Berbeda

Bandwidth merupakan lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal OFDMA dalam media transmisi.

Sebelum melakukan perhitungan *bandwidth* harus ditentukan terlebih dahulu faktor kecepatan pengguna berdasarkan Persamaan (7) yang akan ditambahkan pada perhitungan *bandwidth* yang menggunakan Persamaan (6). Hubungan *bandwidth* dan kecepatan pengguna dengan menggunakan teknik modulasi QPSK ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan perhitungan didapat semakin cepat pergerakan pengguna, maka semakin besar nilai *bandwidth* sistem.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Kecepatan Pengguna terhadap *Bandwidth* Sistem untuk Modulasi QPSK dengan Dua Laju Data Berbeda

Kecepatan pengguna yang disimulasikan dalam skripsi ini adalah 5 km/jam, 60 km/jam dan 100 km/jam. Nilai *bandwidth* sistem terbesar terjadi ketika kecepatan pengguna 100 km/jam. Sedangkan penggunaan modulasi berpengaruh terhadap total laju data yang digunakan dan banyaknya jumlah bit dalam satu simbol. Semakin rendah total laju data yang digunakan akan menyebabkan kecilnya penggunaan *bandwidth*.

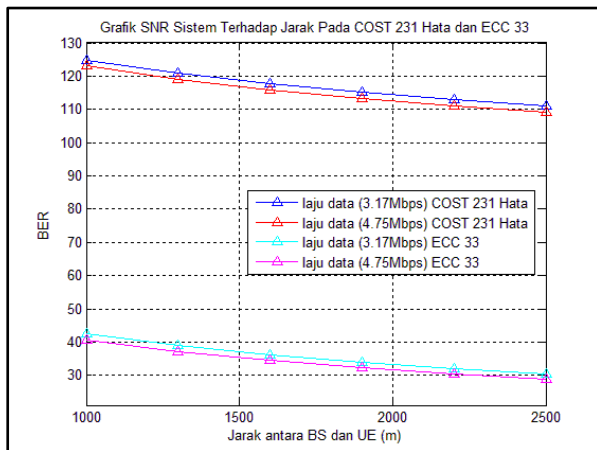
Pada modulasi QPSK yang menggunakan laju data total sebesar 3.17 Mbps dan 4.75 Mbps dimana banyaknya bit dalam satu simbol adalah 2 bit pada kecepatan pengguna 5 km/jam, dihasilkan *bandwidth* sistem sebesar 1.8141 MHz untuk total laju data 3.17 Mbps dan 2.7183 MHz untuk total laju data 4.75 Mbps. Sedangkan pada kecepatan pengguna 100 km/jam, nilai *bandwidth* sistem sebesar 1.8143 MHz untuk total laju data 3.17 Mbps dan 2.7184 MHz untuk total laju data 4.75 Mbps. Pola yang sama juga terjadi pada nilai *bandwidth* sistem yang menggunakan teknik modulasi 16-QAM dan 64-QAM, yaitu nilai terbesar terjadi ketika

kecepatan pengguna 100 km/jam dan pada total laju data terbesar.

3.2 Analisis Signal to Noise Ratio (SNR) Mobile WiMAX

SNR adalah perbandingan antara sinyal yang dikirim terhadap *noise*. SNR digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh redaman sinyal terhadap sinyal yang ditransmisikan.

Pada perhitungan nilai SNR sistem ini akan digunakan 2 model propagasi yaitu COST 231 Hata dan ECC 33, serta tiga teknik modulasi yaitu QPSK, 16-QAM dan 64-QAM dengan dua laju data total yang berbeda pada masing-masing teknik modulasi. Sebelum melakukan perhitungan SNR, ada beberapa nilai yang harus dimiliki, diantaranya yaitu nilai redaman propagasi (PL), daya terima (Pr), dan daya *noise* (No). Untuk mencari nilai tersebut, dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (1), (2), (4), dan (5). Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan SNR menggunakan Persamaan (3) dan untuk mendapatkan nilai SNR sistem setelah penambahan CP menggunakan Persamaan (8).



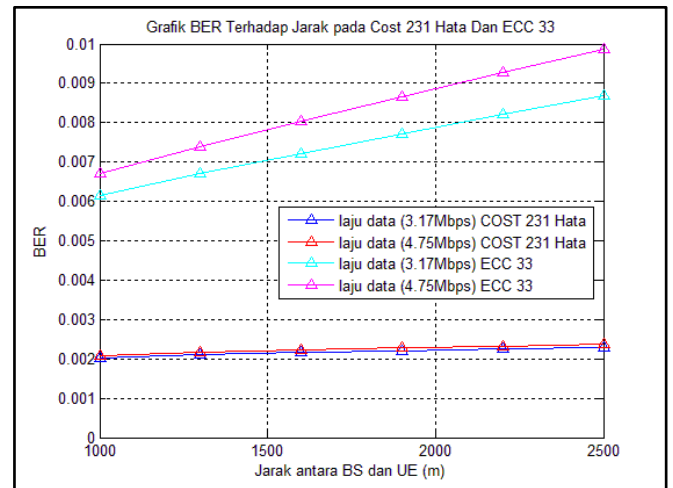
Gambar 4 Grafik Perbandingan Pengaruh Jarak BS dan UE Terhadap Nilai SNR Sistem dengan Laju Data Total yang Berbeda untuk Kecepatan Pengguna 5 km/jam Menggunakan Teknik Modulasi QPSK

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai SNR sistem pada COST 231 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan SNR sistem pada ECC 33, sebagai contoh pada kecepatan 5 km/jam, jarak 1000 m, modulasi QPSK dengan laju data total 3.17 Mbps nilai SNR sistem COST 231 Hata sebesar 124.8670 dB, sedangkan untuk nilai SNR sistem ECC 33 sebesar 42.3639 dB. Selain itu, gambar 4 juga menunjukkan pada kecepatan yang sama, semakin jauh jarak antara BS dan UE akan menyebabkan nilai SNR semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 yang menggunakan model COST 231 Hata dengan teknik modulasi QPSK, pada jarak 1000 m untuk laju data total 4.75 Mbps nilai SNR sistem sebesar 123.1107 dB dan pada jarak 2500 m nilainya 109.1664 dB. Sedangkan semakin besar laju data total, nilai SNR sistem semakin kecil. Contohnya pada model COST 231 Hata dengan teknik modulasi QPSK untuk jarak 1000 m, pada laju data total 3.17 Mbps nilai SNR sistem 124.8670 dB, sedangkan pada laju data total 4.75

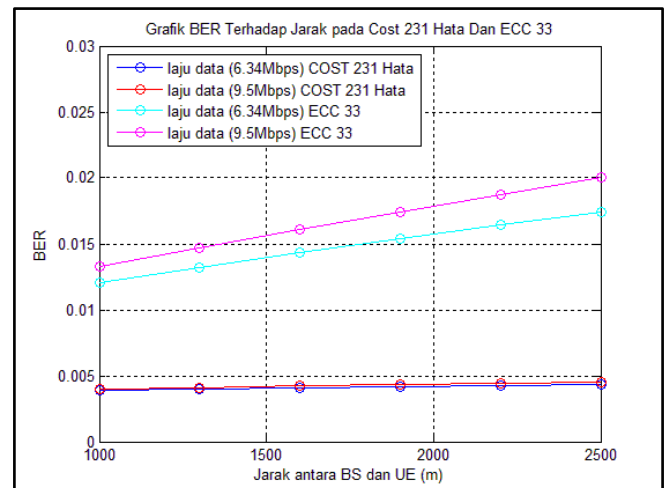
Mbps bernilai 123.1107 dB.

3.3 Analisis Bit Error Rate (BER) Mobile WiMAX

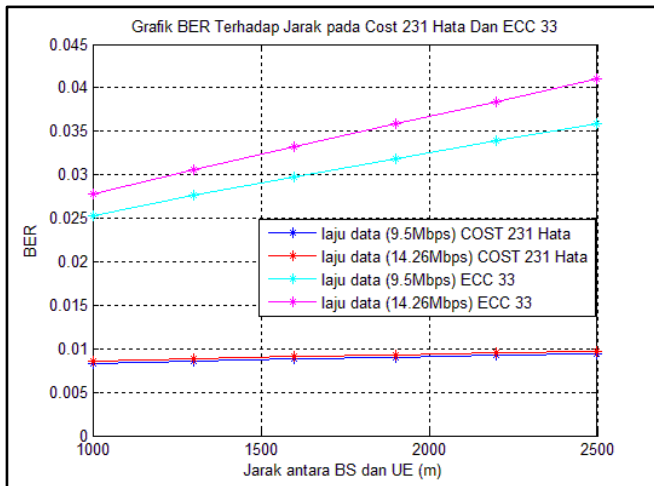
Nilai *Bit Error Rate* (BER) digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal yang dikirimkan, dalam perhitungan BER diperlukan nilai E_b/N_0 . E_b/N_0 merupakan perbandingan energi sinyal per *bit* terhadap *noise*. Parameter lain yang dibutuhkan untuk perhitungan BER adalah *bandwidth* sistem, *pathloss*, dan SNR sistem. Pada analisis ini akan dihitung nilai BER pada perangkat UE dengan menggunakan teknik modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM.



Gambar 5 Grafik Perbandingan Pengaruh Jarak BS dan UE Serta Pengaruh Kecepatan Pengguna yang Berbeda Terhadap Nilai BER Sistem dengan Laju Data Total yang Berbeda Menggunakan Teknik Modulasi QPSK



Gambar 6 Grafik Perbandingan Pengaruh Jarak BS dan UE Serta Pengaruh Kecepatan Pengguna yang Berbeda Terhadap Nilai BER Sistem dengan Laju Data Total yang Berbeda Menggunakan Teknik Modulasi 16-QAM



Gambar 7 Grafik Perbandingan Pengaruh Jarak BS dan UE Serta Pengaruh Kecepatan Pengguna yang berbeda Terhadap Nilai BER Sistem dengan Laju Data Total yang Berbeda Menggunakan Teknik Modulasi 64-QAM

Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan bahwa model propagasi COST 231 Hata memiliki sistem yang lebih baik dibandingkan dengan model propagasi ECC 33. Hal ini terbukti dari nilai BER COST 231 Hata yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai BER ECC 33. Hal ini dikarenakan model propagasi COST 231 Hata memiliki faktor koreksi yang lebih baik, khususnya faktor koreksi untuk antenna penerima.

Nilai BER akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya laju data. Nilai BER paling besar adalah pada teknik modulasi 64-QAM dengan laju data total 14.26 Mbps, yaitu 0.0095 untuk COST 231 Hata dan 0.0383 untuk ECC 33, sedangkan yang paling kecil pada teknik modulasi QPSK dengan laju data total 3.17 Mbps, yaitu 0.0020 untuk COST 231 Hata dan 0.0061 untuk ECC 33. Jarak BS dengan UE yang semakin jauh akan membuat nilai E_b/N_0 semakin kecil, dan membuat nilai BER semakin besar.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa :

1. Model propagasi COST 231 Hata memiliki sistem yang lebih baik dibandingkan dengan model propagasi ECC 33 pada jaringan *mobile WiMAX*. Hal tersebut ditunjukkan oleh perhitungan nilai BER terkecil COST 231 Hata adalah 0.0020 dan 0.0061 untuk ECC 33.
2. Nilai BER dipengaruhi oleh laju data total yang akan merujuk pada penggunaan teknik modulasi, serta jarak BS-UE. Nilai BER terkecil diperoleh ketika menggunakan modulasi QPSK untuk laju data total 3.17 Mbps yaitu 0.0020 dengan model COST 231 Hata. Nilai BER terbesar terjadi pada penggunaan modulasi 64-QAM, untuk laju data total 14.26 Mbps yaitu 0.0383 untuk model ECC 33.

3. Nilai bandwidth sistem dipengaruhi oleh kecepatan pengguna, dimana semakin cepat pergerakan pengguna maka *bandwidth* sistem semakin besar. Nilai *bandwidth* sistem terbesar adalah pada laju data total 14.26 Mbps pada kecepatan 100 km/jam, yaitu 2.7204 MHz.
4. Pada nilai SNR, semakin jauh jarak BS-UE maka SNR akan semakin kecil. Begitu pula dengan kecepatan pengguna, semakin tinggi kecepatan pengguna nilai SNR juga semakin kecil. Seperti pada model COST 231 Hata untuk modulasi QPSK, pada jarak 1000 m, kecepatan 5 km/jam untuk laju data total 3.17 Mbps nilai SNR sebesar 124.8670 dB, sedangkan pada laju data total 4.75 Mbps nilai SNR sebesar 123.1107 dB.
5. Nilai SNR terbesar didapat ketika menggunakan model COST 231 Hata dengan modulasi 64-QAM pada laju data total 9.5 Mbps untuk kecepatan 5 km/jam dan jarak 1000 m yaitu 124.8716 dB.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Byeong, Gi Lee and Choi Sunghyun. 2008. *Broadband Wireless Access and Local Networks*. London : Artech House.
- [2] Srikanth, Kumaran V., Manikandan C., Murugesapandian. 2007. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*. Anna University Press, Chennai, India.
- [3] Fontan, F. Perez and P. Marino Espineira. 2008. *Modelling the Wireless Propagation Channel*. London : John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Hes-Shafi, A. Q. M. Abdulla and M. Shahajahan. 2009. *Analysis of Propagation Models for WiMAX at 3.5 GHz*. Blekinge Institute of Technology, Swedia.
- [5] Diggelen, Frank Van. 2009. *A-GPS : Assisted GPS, GNSS, and SBAS*. London : Artech House.
- [6] WIMAX Forum, 2006. *Mobile WiMAX – Part I : A Technical Overview and Performance Evaluation*.